

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
30. Januar 2003 (30.01.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/008357 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C04B MÖRTEL, Heinrich [DE/DE]; Kellergasse 22, 91026 Möhrendorf (DE). KREBS, Stephan [DE/DE]; Farnweg 12, 96052 Bamberg (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/07792
- (22) Internationales Anmeldedatum: 12. Juli 2002 (12.07.2002) (74) Anwälte: ABITZ, Walter usw.; Abitz & Partner, Poschingerstrasse 6, 81628 München (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): AU, CA, CN, JP, US.
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).
- (30) Angaben zur Priorität: 101 34 524.0 16. Juli 2001 (16.07.2001) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SÜDDEUTSCHE-BENDA-VERWALTUNGS GMBH [DE/DE]; Breitenloher Weg 14, 91166 Georgensgmünd (DE). Veröffentlichung:  
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts
- (72) Erfinder; und Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SVINKA, Valdis [LV/LV]; Atgazes Strasse 1-4, 1004 Riga (LV).



WO 03/008357 A2

(54) Title: FOAM CERAMICS HAVING A DIRECTED PORE STRUCTURE

(54) Bezeichnung: SCHAUMLKERAMIK MIT GERICHTETER PORENSTRUKTUR

(57) Abstract: The invention relates to ceramic materials based on aluminium oxide or silicate and/or carbide and/or zirconium oxide and/or hydroxylapatite, and having a directed open or closed pore structure. The invention also relates to a method for producing the same. The ceramic materials are suitable for producing construction materials, fire-proof materials, combustion aids, catalyst carriers and filter materials.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft keramische Massen auf Aluminiumoxid-/Silikatbasis und/oder Carbidbasis und/oder Zirkonoxid-basis und/oder Hydroxylapatitbasis, welche eine gerichtete, offene oder geschlossene Porenstruktur aufweisen sowie ein Verfahren zu deren Herstellung. Die keramischen Massen eignen sich zur Herstellung von Baustoffen, feuerfesten Materialien, Brennhilfsmitteln, Katalysatorträgern und Filtermaterialien.

---

Schaumkeramik mit gerichteter Porenstruktur

---

Die Erfindung betrifft keramisches Material auf Aluminium-oxid-/Silikatbasis und/oder Carbidbasis und/oder Zirkonoxidbasis und/oder Hydroxylapatitbasis, ein Verfahren zu dessen Herstellung und dessen Verwendung zur Herstellung von Baustoffen, feuerfesten Materialien, Brennhilfsmitteln, Katalysatorträgern und Filtermaterialien.

Poröse Steine auf Aluminiumoxid-/Silikat- bzw. Carbidbasis werden auf herkömmliche Weise durch Ausbrennen von organischen Materialien oder durch Entgasung von Carbonaten oder Sulfaten bei hohen Temperaturen hergestellt (siehe P. Sepulveda, J.G.P. Binner, Processing of Cellular Ceramics by foaming and in situ Polymerisation of Organic Monomers, Journal of the European Ceramic Soc. 19 (1999) 2059-2066 und T.J. Fitzgerald, A. Mortensen, Processing of microcellular SiC foams, J. Mater. Sci. 30 (1995) 1025-1032). Ein Nachteil dieser Technologie ist, daß beim Ausbrennen organischer Stoffe stark reduzierende Gase entstehen, die zu sogenannten "Schwarzen Kernen" führen

können. Des weiteren ist die Porenverteilung der gebrannten Keramik von der Korngrößenverteilung des auszubrennenden Stoffes begrenzt. Zur Zeit existieren wenig Feuerleichtsteine mit einer Klassifikationstemperatur über 1200°C bei einer Rohdichte unter 1000 kg/m<sup>3</sup>. Außerdem gibt es keine Feuerleichtsteine auf Kaolinbasis mit einer Anwendungstemperatur oberhalb 1200°C bis 1250°C. Ferner existieren wenig Feuerleichtsteine mit einer Rohdichte unter 1000 kg/m<sup>3</sup> bei einer Kaltdruckfestigkeit über 2 MPa (Feuerfeste Werkstoffe für die keramische Industrie, R. Sladek, Verlagsgruppe Deutscher Wirtschaftsdienst, 1994, und Produktinformation: Morgan "Thermal Ceramics"). Weiter ist bekannt, daß der Herstellungsprozeß von leichten Mullit- oder leichten Korund-Keramiken sehr kompliziert und teuer ist. Beim herkömmlichen Porosierungsprozeß arbeitet man auch hier mit dem Ausbrennen von organischen Zusatzstoffen (z.B. Kunststoffen) und verursacht daher auch Umweltprobleme (Emission von HCl, HF, etc.). Teilweise werden auch sehr energieintensiv hergestellte Hohlkugelpulver verarbeitet und gesintert. Eine weitere, bekannte Porosierungsmethode besteht in der Verwendung von Peroxiden im sauren Milieu. Die so produzierten Steine erreichen aber auch nur Anwendungstemperaturen von maximal 1250°C. Des weiteren besteht bei den nach den Verfahren des Standes der Technik hergestellten porösen Materialien die Gefahr der Rißbildung beim Formgebungs-, Trocknungs- oder Ausbrennprozeß, was nachteilige physikalische Eigenschaften zur Folge hat, und des weiteren sind auch die Kaltdruckfestigkeiten der hergestellten Materialien nicht immer zufriedenstellend. Beim Brand der Massen mit organischen Ausbrennstoffen entstehen Schwelgase (HCl, HF, CO, CO<sub>2</sub>, etc.) und in Folge eine erhöhte Umweltbelastung. Ferner besteht die Möglichkeit zur Bildung von schwarzen Kernen. Beim Einsatz von Seifen bestehen die Nachteile, daß die Einstellmöglichkeit der Porosität begrenzt ist, daß die Stabilität der Rohmasse gering ist, und daß durch die Seifen meist Alkalien eingebracht werden, welche die Einsatztemperatur der Keramik herabsetzen. Auch ist die Wärmeleitfähigkeit in vielen Fällen nicht ausreichend niedrig.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, poröse keramische Materialien auf Aluminiumoxid-/Silikat- und/oder Carbidbasis und/oder Zirkonoxidbasis und/oder Hydroxylapatitbasis und Verfahren zu deren Herstellung zur Verfügung zu stellen, bei  
5 denen die oben geschilderten Nachteile des Standes der Technik nicht auftreten.

Die Lösung der Aufgabe besteht in einem keramischen Material auf Aluminiumoxid-/Silikatbasis und/oder Carbidbasis und/oder  
10 Zirkonoxidbasis und/oder Hydroxylapatitbasis, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß es im Makro- und Mikrobereich eine gerichtete, offene oder geschlossene Porenstruktur aufweist. Das keramische Material auf Aluminiumoxid-/Silikatbasis zeichnet sich weiterhin dadurch aus, daß es nach der Sinterung  
15 ein nahezu quarz- und cristoballit-freies Material mit orientierten Mulliten und Spinellen bildet.

Das Verfahren zur Herstellung der keramischen Materialien besteht im wesentlichen darin, daß schlickerförmige Massen auf  
20 Aluminiumoxid-/Silikatbasis und/oder Carbidbasis und/oder Zirkonoxidbasis und/oder Hydroxylapatitbasis unter Verwendung von üblichen Modifizierungsmitteln, Bindemitteln und Thixotropiermitteln bei Temperaturen unter 100°C und pH-Werten von 5 bis 12, vorzugsweise 7 bis 12, mit Metallpasten oder  
25 -pulvern aufgeschäumt werden. Das aufgeschäumte keramische Material wird anschließend getrocknet und bei Temperaturen von 900° bis 1800°C gebrannt. Wahlweise erfolgt die Trocknung und Porenbildung unter Einsatz von Mikrowellen.

30 Die keramischen Materialien eignen sich aufgrund ihrer gerichteten, geschlossenen oder offenen Porenstruktur zur Herstellung von Baustoffen, feuerfesten Materialien und Brennhilfsmitteln sowie auch zur Herstellung von Katalysatorträgern und Filtermaterialien.

35 Bei Rohdichten von etwa 0,35 bis 1,0 g/cm<sup>3</sup> und Klassifikationstemperaturen von 1200°C bis 1650°C ist die Wärmeleit-

fähigkeit der erfindungsgemäßen keramischen Materialien sehr gering.

Durch Auswahl bestimmter Rohstoffe - Aluminiumoxide/Silikate  
5 (Tone, Kaoline, etc.), Carbide (SiC, etc.), Zirkonoxid und  
Hydroxylapatit sowie Mischungen von diesen - und Mischen mit  
für die Gasentwicklung notwendigen Metallpulvern bzw. -pasten,  
und Zusatzstoffen, wie z.B. Modifizierungsmitteln, Bindemit-  
tel, Thixotropiermitteln, die einen Porenbildungsprozeß bei  
10 Raumtemperatur oder leicht erhöhten Temperaturen unterhalb  
100°C in einer keramischen Masse ermöglichen, werden umwelt-  
freundlich und ohne organische Ausbrennstoffe Leichtsteine mit  
hohen Anwendungstemperaturen und offener Porosität herge-  
stellt. Die Schäumung soll in Formen mit den Endmaßen der  
15 Steine oder in großen Blöcken, die später in die gewünschten  
Formate geschnitten werden, erfolgen. Die Trocknung erfolgt  
konventionell, oder kann mit Hilfe von Mikrowellen beschleu-  
nigt, oder gar erst ermöglicht werden. Das Brennen erfolgt, je  
nach Anwendungsklasse der Produkte, zwischen 900°C und 1800°C.

20 Die Verwendung von Metallpulvern bzw. -pasten zur Aufschäumung  
ist zwar prinzipiell aus der Porenbetonproduktion bekannt, ist  
aber für die Herstellung von geschäumter Keramik bisher nicht  
in Betracht gezogen worden, da die Schäumung bei der Poren-  
25 betonproduktion auf der Reaktion der stark alkalischen Suspen-  
sion (pH >13) mit dem Metall beruht, wobei Wasserstoff als  
Treibgas festgesetzt wird (siehe "Das Porenbeton-Handbuch",  
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Helmut Weber, Bauverlag GmbH, Wiesba-  
den, 1992). Im Falle von keramischen Materialien würde diese  
30 hohe Alkalinität durch den beträchtlichen Anteil an Alkali-  
bzw. Erdalkali-Elementen zu einer erheblichen Reduzierung der  
Feuerfestigkeit führen. Überraschenderweise kann das Verfahren  
bei der Herstellung von keramischen Materialien bei sehr viel  
niedrigeren pH-Werten durchgeführt werden.

35 Als Ausgangsstoffe zur Herstellung der erfindungsgemäßen kera-  
mischen Materialien werden übliche schlickerförmige Massen auf  
Aluminiumoxid-/Silikatbasis und/oder Carbidbasis und/oder

Zirkonoxidbasis und/oder Hydroxylapatitbasis, beispielsweise Massen auf der Basis von Kaolin, Tonerde und/oder Siliciumcarbid und/oder Zirkonoxid und/oder Hydroxylapatit, eingesetzt. Je nach Bedarf enthalten die schlickerförmigen Massen auf dem vorliegenden Gebiet übliche Zusatzstoffe, wie z.B. Modifizierungsmittel, Bindemittel oder Thixotropiermittel, die frei von Alkalien und Phosphat sein sollten.

In die schlickerförmigen Massen werden dann die Metallpasten oder -pulver eingemischt und bei Temperaturen von unter 100°C und pH-Werten von 5 bis 12, vorzugsweise 7 bis 12, in Formen aufgeschäumt.

Als Metalle kommen alle möglichen Metalle in Betracht, beispielsweise Al, Mg, Zn, Ti, etc. Vorzugsweise werden die Metalle Al, Mg und Zn eingesetzt.

Die Metalle können in Form von Metallpulvern oder Metallpasten verwendet werden. Im Falle von Metallpasten handelt es sich vorzugsweise um Wasser- oder Glykolphasten. Der  $D_{50}$ -Wert der Pulver oder Pasten liegt vorzugsweise in einem Bereich von 10 bis 200  $\mu\text{m}$ .

Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß bei der Bildung der Porenstruktur die Gesamtporosität und die Porengrößenverteilung innerhalb großer Grenzen einstellbar sind (z.B. 0,2 - 5 mm) und daß eine offene oder geschlossene Porenstruktur erhältlich ist. Aufgrund des angewandten Porenbildungsverfahrens kann eine gerichtete, durchgängige Makroporenstruktur erhalten werden, wodurch die hergestellten Körper auch als Katalysatorträger oder als Filtermedien verwendet werden können. Auch im Mikrobereich (bis 5  $\mu\text{m}$ ) wird durch dieses spezielle Verfahren eine Orientierung der Teilchen (z.B. Kartenhausstruktur) verursacht. Dies trägt zur Verbesserung des Schwindverhaltens bei.

Des weiteren entstehen durch die Bildung einer Glasphase während des Sinterprozesses im Mikrobereich geschlossene Poren.

- 5 Bisher ist eine Porosierung anorganischer Baustoffe mittels Metallpulvern oder -pasten nur im alkalischen bis stark alkalischen Milieu ( $\text{pH} > 12$  - siehe oben) bekannt gewesen. Metallpasten ermöglichen aber auch - wie hier durchgeführt - einen intensiven Gasentwicklungsprozeß in alkalifreien oder sehr  
10 alkaliarmen keramischen Massen ( $\text{pH} 5$  -  $\text{pH} 9$ ). Es kann jedoch auch der gesamte Bereich zwischen  $\text{pH} 5$  und  $\text{pH} 14$  abgedeckt werden.

- Die Porosierung mit Metallpulvern oder Metallpasten verringert die Gefahr der Rißbildung durch den Formgebungs-,  
15 Trocknungs- oder Ausbrennprozeß, was verbesserte physikalische Eigenschaften (auch bei den einzelnen Prozeßstufen) zur Folge hat.

- 20 Die Porenausrichtung und Trocknung können, je nach Rohdichte der Massen, zusätzlich mit Hilfe der Mikrowellentrocknung deutlich beschleunigt oder gar erst ermöglicht werden.

- Die Ausrichtung der Poren erfolgt vorzugsweise durch Einsatz  
25 texturierter Füllstoffe, wie z.B. Plättchen, Stäbchen, etc. Die Porenausbildung und -ausrichtung wird bevorzugt durch die Oberflächeneigenschaften von plättchenförmigen Silikaten  

---

(Phyllosilikate) gesteuert.

- 30 Bei einer Porosierung von Feuerleichtsteinen mit Aluminiumpasten bzw. -pulvern wird aufgrund der günstigeren Porenverteilung eine höhere Kaltdruckfestigkeit bei vergleichbaren Rohdichten gegenüber herkömmlich porosierten Steinen erreicht.

- 35 Die Metallteilchen der Pulver bzw. Pasten beeinflussen den Phasenbildungsprozeß bei der Sinterung (Spinell-, Mullitbildung) der Steine günstig. Es entstehen orientierte Mullite. Als Folge erhöht sich sowohl die Feuerfestigkeit, als auch die

Druckfestigkeit der Steine. Man erhält ein (nahezu) quarz- und critoballit-freies Feuerfestmaterial ohne "Nachwachsen" oder Nachschwitzen der Steine, was deren Lebensdauer erhöht.

5 Die Technologie der Porosierung von keramischen Massen durch Aluminiumpulver bzw. -pasten ist einfach und ermöglicht neben der Herstellung kleiner Formate durch Schäumen in kleinen Formen auch die Herstellung von größeren Steinen durch Gießen in große Formen und anschließendes Schneiden der gewünschten  
10 Formate.

Die bisher bekannten Leichtkeramiksteine werden - wie schon oben erwähnt - mit gewöhnlichen organischen Schaumbildner-Polymermaterialien, Seifen, etc., oder durch Ausbrennen  
15 organischer Platzhalter porosiert.

Das erfindungsgemäße Verfahren dagegen arbeitet mit einem anorganischen Material, einem Metallpulver bzw. einer Metallpaste, wobei in einer wäßrigen keramischen Masse eine direkte  
20 Reaktion mit Gasbildung zwischen den Mineralen (z.B. Kaolinite) und dem Metallpulver (z.B. Aluminium) abläuft.

Für die Reaktion der Tonminerale (ohne und mit Zusatzstoffe) mit dem Metall liegt der pH-Wert der Masse sehr niedrig; etwa  
25 neutral bis pH 9. Die Einsatzmenge ist ebenfalls sehr niedrig, sie liegt z.B. bei 0,1 - 5,0 Masse-%, bezogen auf die Trockenmasse. Für die Fixierung der porösen Struktur während und nach der Gasentwicklung werden die rheologischen Eigenschaften der Massezusammensetzung durch Modifizierungsmittel, Bindemittel,  
30 Thixotropiermittel eingestellt.

Alle Massekomponenten werden mit etwa 10 - 50 Masse-% Wasser bis zu einer gleichmäßigen Konsistenz gemischt und in Formen eingefüllt. Der Porenbildungsprozeß läuft bei Raumtemperatur  
35 oder bei höheren Temperaturen in etwa 2 bis 60 Minuten ab. Der entstandene poröse Grünling wird in der Form oder unter Einsatz von Mikrowellen getrocknet. Das getrocknete Material



wird bei ausgewählten Temperaturen zwischen 900°C und 1800°C, je nach Zusammensetzung, gebrannt.

Die grünen oder gebrannten Steine werden gegebenenfalls noch  
5 in die gewünschten Formate gesägt.

### Beispiele

#### Beispiel 1 - Mullitkeramik

10

Eine Schlickerzusammensetzung aus 27,0 Masse-% Zettlizer Kaolin 1a, 27,0 Masse-% Tonerde ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) und 36,0 Masse-% Wasser wird gründlich gemischt. Anschließend werden 0,5 Masse-% Aluminiumpulver untergemischt und die Mischung zum Aufschäumen in  
15 eine Form gegeben. Der pH-Wert der Mischung beträgt 7,5. Der Porenbildungsprozeß beträgt etwa 2 bis 20 Minuten. Anschließend wird das erhaltene keramische Material klassisch oder in einem Mikrowellenofen bis zu einer Feuchte < 0,5 Masse-% getrocknet. Dann wird das keramische Material in einem Ofen je  
20 nach gewünschter Anwendungstemperatur bei bis zu 1800°C gebrannt.

Die erhaltene Keramik weist die folgenden Eigenschaften auf, wobei jeweils in Klammern die Bestimmungsmethode angegeben  
25 ist:

---

	Rohdichte [ $\text{g/cm}^3$ ]:	1,12	(DIN 51065)
	Wärmeleitfähigkeit (30°C) [ $\text{W/Km}$ ]:	0,26	(DIN 52612)
	Kaltdruckfestigkeit [ $\text{N/mm}^2$ ]:	6,5	(DIN 51067)
30	Reversible lineare Ausdehnung [%]:	0,6	(Dilatometrie)
	Nachschwinden [%]:	1,0	(Dilatometrie)
	Erweichungstemperatur [°C]:	1485	(Dilatometrie)
	Klassifikationstemperatur [°C]:	1400	(Dilatometrie)
	Mittlere Makro-Porengröße [ $\mu\text{m}$ ]:	500	(Hg-Porosimetrie)
35	Hauptkomponenten:	$\text{Al}_2\text{O}_3$ - 71 %	(Röntgendiffraktometrie)
		$\text{SiO}_2$ - 27,2 %	
		$\text{Fe}_2\text{O}_3$ - 0,4 %	

Phasenzusammensetzung der Keramik: Mullit  
(Röntgendiffraktometrie)

### Beispiel 2 - Korundkeramik

5 Aus einer Schlickerzusammensetzung aus 13,6 Masse-% Zettlizer Kaolin 1a, 54,4 Masse-% Tonerde ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), 32,0 Masse-% Wasser und 0,7 Masse-% Aluminiumpaste (pH-Wert der Mischung: 8,5) wird nach dem Verfahren von Beispiel 1 eine Korundkeramik  
10 hergestellt, deren Eigenschaften in der nachstehenden Tabelle angegeben sind:

Rohdichte [ $\text{g/cm}^3$ ]: 0,73  
Wärmeleitfähigkeit (30°C) [ $\text{W/Km}$ ]: 0,14  
15 Kaltdruckfestigkeit [ $\text{N/mm}^2$ ]: 2,2  
Reversible lineare Ausdehnung [%]: 1,1  
Nachschwinden [%]: 0,6  
Erweichungstemperatur [°C]: 1550  
Klassifikationstemperatur [°C]: 1500  
20 Mittlere Makro-Porengröße [ $\mu\text{m}$ ]: 350  
Hauptkomponenten:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 89,1 %  
                     $\text{SiO}_2$  - 9,1 %  
                     $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 0,2 %  
Phasenzusammensetzung der Keramik: Korund

25

### Beispiel 3 - Mischkeramik

Eine Schlickerzusammensetzung aus 23,5 Masse-% Zettlizer Kaolin 1a, 45,5 Masse-% Tonerde ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), 31,0 Masse-% Wasser  
30 und 0,4 Masse-% Aluminiumpulver (der pH-Wert der Mischung beträgt 8,0) wird nach dem Verfahren von Beispiel 1 zu einer Mischkeramik verarbeitet, die die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Eigenschaften aufweist.

35 Rohdichte [ $\text{g/cm}^3$ ]: 0,94  
Wärmeleitfähigkeit (30°C) [ $\text{W/Km}$ ]: 0,24  
Kaltdruckfestigkeit [ $\text{N/mm}^2$ ]: 4,2  
Reversible lineare Ausdehnung [%]: 0,85

10

Nachschwinden [%]: 0,25

Erweichungstemperatur [°C]: >1550

Klassifikationstemperatur [°C]: 1550

Mittlere Makro-Porengröße [ $\mu\text{m}$ ]: 300

5 Hauptkomponenten:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 81,5 %  
 $\text{SiO}_2$  - 18,3 %  
 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 0,3 %

Phasenzusammensetzung der Keramik: Mullit  
Korund

10

#### Beispiel 4 - Siliciumcarbidkeramik

Eine Schlickerzusammensetzung aus 23,5 Masse-% Zettlizer  
Kaolin 1a, 45,5 Masse-% SiC, 31,0 Masse-% Wasser und 1,5

15 Masse-% Aluminiumpaste (der pH-Wert der Mischung beträgt 7,0)  
wird nach dem Verfahren von Beispiel 1 zu einer Silicium-  
carbidkeramik mit den folgenden Eigenschaften verarbeitet:

Rohdichte [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]: 0,84

20 Wärmeleitfähigkeit (30°C) [ $\text{W}/\text{Km}$ ]: --

Kaltdruckfestigkeit [ $\text{N}/\text{mm}^2$ ]: 11,0

Reversible lineare Ausdehnung [%]: --

Nachschwinden [%]: --

Erweichungstemperatur [°C]: 1530

25 Klassifikationstemperatur [°C]: 1350

Mittlere Makro-Porengröße [ $\mu\text{m}$ ]: --

Phasenzusammensetzung der Keramik: SiC  
keram. gebunden

#### 30 Beispiel 5 - Zirkonoxidkeramik

Eine Schlickerzusammensetzung aus 75 %  $\text{ZrO}_2$ , 25 % Zettlitzer  
Kaolin 1A, 1,5 % Aluminiumpaste, 38 % Wasser (pH-Wert der  
Mischung 7,5) wird nach dem Verfahren von Beispiel 1 zu einer

35 Zirkonoxidkeramik verarbeitet:

11

Brenntemperatur: 1200°C  
Rohdichte: 1,1 g/cm<sup>3</sup>  
Kaltdruckfestigkeit: 6 N/mm<sup>2</sup>

5 Beispiel 6 - Hydroxylapatitkeramik

Nach obigem Verfahren wurde ein Schlicker mit folgender Zusammensetzung zu einer Hydroxylapatitkeramik verarbeitet:  
20 % Kaolin, 80 % Hydroxylapatit, 3 % Aluminiumpaste.

10

Die Keramik besitzt eine Rohdichte von 0,3 g/cm<sup>3</sup>.

Patentansprüche

1. Keramisches Material auf Aluminiumoxid-/Silikatbasis  
5 und/oder Carbidbasis und/oder Zirkonoxidbasis und/oder Hydroxylapatitbasis, dadurch gekennzeichnet, daß es im Makro- und Mikrobereich eine gerichtete, offene oder geschlossene Porenstruktur aufweist.
- 10 2. Keramisches Material auf Aluminiumoxid-/Silikatbasis nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es nach der Sinterung ein nahezu quarz- und cristoballit-freies Material mit orientierten Mulliten und Spinellen bildet.
- 15 3. Verfahren zur Herstellung von keramischem Material auf Aluminiumoxid-/Silikatbasis und/oder Carbidbasis und/oder Zirkonoxidbasis und/oder Hydroxylapatitbasis mit gerichteter offener oder geschlossener Porenstruktur, dadurch gekennzeichnet, daß schlickerförmige Massen auf Aluminium-  
20 oxid-/Silikatbasis und/oder Carbidbasis und/oder Zirkonoxidbasis und/oder Hydroxylapatitbasis unter Verwendung von üblichen Modifizierungsmitteln, Bindemitteln und Thixotropiermitteln bei Temperaturen unter 100°C und pH-Werten von 5 bis 12 mit Metallpasten oder -pulvern  
25 aufgeschäumt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das  
aufgeschäumte keramische Material getrocknet und bei  
30 Temperaturen von 900° bis 1800°C gebrannt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die  
Porenausrichtung und Trocknung unter Einsatz von Mikrowellen erfolgt.
- 35 6. Verwendung der keramischen Materialien nach den Ansprüchen 1 und 2 bzw. der nach den Verfahren der Ansprüche 3 bis 5 erhaltenen keramischen Materialien zur Herstellung von

Baustoffen, feuerfesten Materialien, Brennhilfsmitteln, Katalysatorträgern und Filtermaterialien.

- 5 7. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausrichtung der Poren durch Einsatz texturierter Füllstoffe erfolgt.
- 10 8. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Porenbildung und Porenausrichtung durch die Oberflächeneigenschaften von plättchenförmigen Silikaten gesteuert wird.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**This Page Blank (uspto)**